

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-099861

(43)Date of publication of application : 23.04.1993

(51)Int.Cl.

G01N 21/90

G01N 21/88

G06F 15/62

(21)Application number : 03-242364

(71)Applicant : BALL CORP

(22)Date of filing : 29.08.1991

(72)Inventor : NOVINI AMIR R

(30)Priority

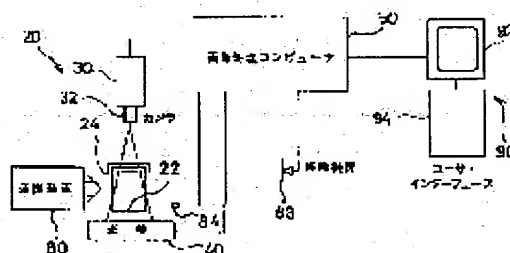
Priority number : 90 575162 Priority date : 30.08.1990 Priority country : US

(54) METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING TRANSPARENT CONTAINER

(57)Abstract:

PURPOSE: To eject a defective container with high sensitivity by using a baffle mark by identifying whether or not detected defects do not exceed an allowable limit and, even when the number of defects which exceeds the allowable limit is only one, ejecting the container.

CONSTITUTION: A picture processing computer 50 instructs the starts of luminance quantity analysis and inspection and decides the acceptance/ejection of a container 24 to be inspected when the computer 50 identifies that the retrieval of all inspection areas is completed. When detected data fall within the preset range of a parameter indicating an allowable limit, the computer 50 identifies that the container 24 is defectless, terminates the inspection process on the container 24, and waits for the input of a signal indicating the presence of the next object to be inspected from a detecting machine 84. When the data detected from pictures do not fall within the preset range, the computer 50 identifies that the container 24 is defective, traces the detective container, and issues an eject signal when the container 24 reaches an ejecting area. The eject signal is delivered to an ejecting mechanism 88 and the container 24 is ejected from a production line.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than dismissal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

14.12.2000

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平5-99861

(43) 公開日 平成5年(1993)4月23日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	F I
G01N 21/90	A 2107-2J	
21/88	J 2107-2J	
G06F 15/62	400 9287-5L	

審査請求 未請求 請求項の数24 (全23頁)

(21) 出願番号 特願平3-242364

(22) 出願日 平成3年(1991)8月29日

(31) 優先権主張番号 07/575, 162

(32) 優先日 1990年8月30日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591010952

ボール コーポレイション

BALL CORPORATION

アメリカ合衆国 インディアナ州 47302

マンシー サウス ハイ ストリート 3
45

(72) 発明者 アミル レーザ ノビニ

アメリカ合衆国 オハイオ州 44333 ア

クロンノース ホームタウン ロード 60
0

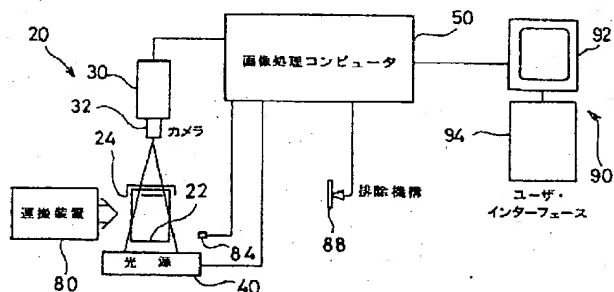
(74) 代理人 弁理士 沼形 義彰 (外2名)

(54) 【発明の名称】 透明容器の検査方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 被検査部分に存在する重大な欠陥の検出において、該欠陥がバッフルマークの上に重なって位置する場合においてもバッフルマークとの識別を行ない検出することにより、バッフルマークによる誤排除率を低く抑さえつつ、高い感度で欠陥の検査を行なう検査装置の提供。

【構成】 本装置および手段は透明容器の底面を光学的に検査するものであり、画像取得装置、照明用光源、取得した画像中のバッフルマークを欠陥の検査工程以前において検出し、該バッフルマークの除去または削除を行なうために画像を保存、解析、処理するための画像処理装置により構成される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下のようなステップからなる底面（22）にバッフルマーク（25）を有する、実質的に透明な容器（24）の検査方法が、
前述の容器（24）の底面（22）を照明するステップと、
容器（24）の底面（22）の画像（23）を取得するステップと、
容器（24）の底面（22）の傷跡を検知するために画像（23）を解析するステップと、
前述の傷跡の許容性を判断するステップからなり、
前記の解析ステップが、
画像（23）の中のバッフルマーク（25）を検知し、
バッフルマーク（25）を無視しつつ、容器（24）の底面（22）における許容範囲外の傷跡を検知するため画像（23）を解析、
することを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項2】 前記請求項1において、画像の取得ステップが、

画像記憶装置（50）に、画像（23）を保存し、
画像の検査および解析のステップが、
画像（23）中のバッフルマーク（25）を捜し当て、
画像記憶装置（50）よりバッフルマーク（25）を除去、
することによりバッフルマーク（25）を無視することを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項3】 前記請求項1において、画像の検査および解析のステップが、
データ処理および画像記憶装置（50）に保存されたプログラムによってなされる、
ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項4】 前記請求項2において、バッフルマーク（25）の検知ステップが、
画像（23）中のバッフルマーク（25）の位置および大きさを測定することにより、
バッフルマーク（25）とその位置および大きさに関する情報を画像記憶装置（50）に記録し保存する、
ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項5】 前記請求項2において、画像の検査ステップが、
画像（23）中のバッフルマーク（25）の存在すると予想される位置にドーナツ状の検査エリア（26）を設け、
前述の検査エリア（26）中の画像（23）を検査し、
バッフルマーク（25）を検知、そのバッフルマーク（25）に対応する情報を画像記憶装置（50）に保存されている情報から除去し、
画像の解析ステップが、
底面（22）の画像（23）の残りの跡を検出し、その跡の輝度と位置を事前に設定されたパラメータと比較す

ることにより、その検知された跡が許容範囲内かを決定し、その検知された跡が1つでも許容範囲外であれば、排除信号を発する、
ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求事項6】 前記請求項5において、跡の検出ステップが、
マルチ・サーキュラ・エッジ検出法を用いてマイクロプロセッサ（50）が行なう、
ことを特徴とする透明容器の検査方法。

10 【請求事項7】 前記請求項5において、跡の検出ステップが、
リニア・エッジ検出法を用いてマイクロプロセッサ（50）が行なう、ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求事項8】 前記請求項2において、画像（23）中よりバッフルマーク（25）を捜し当てるステップが、
画像（23）中の、前もって決定された数の円環状の境界の範囲内で、円環状の境界に沿った様々な位置において特異点の検索を行ない、十分な数の特異点が確認され

20 たかを判断し、
十分な数の特異点が確認されない場合、十分な数の特異点が確認されるまで、他の円環状の境界を探索し、
十分な数の特異点が確認された場合、それら確認された特異点を全て画像処理コンピュータ（50）に保存し、
円環状の境界における特異点の3点の組合せを解析することにより中心と半径を算出し、その中心と半径を画像処理コンピュータに保存し、
それら中心と半径の標準偏差を求め、
その標準偏差を外れた中心と半径を除外し、

30 残された中心と半径の平均を算出し、画像処理コンピュータに保存、
することによりバッフルマーク（25）の位置と大きさを決定し、

画像記憶装置（50）よりバッフルマークを除去するステップが、
中心と半径の平均により決定される円環状の検査エリアを探索し、

円環状の検査エリア内の複数の線上で特異点を探索、その円環状の検査エリア内で確認された画像上の特異点が

40 バッフルマーク（25）に対応するかを判定、
円環状の検査エリア内で確認された画像上の特異点がバッフルマーク（25）に対応するものであれば、バッフルマーク（25）を検査のための画像から除去するため、そのバッフルマーク（25）の特異点を標準的な輝度量に置換する、
ステップからなることを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項9】 前記請求項8において、許容範囲外の跡を確認するためバッフルマークを無視しつつ画像（23）を解析するステップが、

画像中の複数の円環状の境界において、バッフルマークを構成する特異点を標準的輝度量に置換した後の底面(22)の画像中の跡を、全ての円環状の境界を探索し終えるまで探索し、確認された跡を予め設定されている一連の許容範囲のパラメータと比較し、該跡が許容範囲のパラメータの枠内に収まらない場合、排除信号を発する、ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項10】 前記請求項1において、画像(23)が、

整列した独立した画素を備えたビデオカメラ(30)により取得され、容器(24)の底面(22)が、整列した独立した画素により、分割された小さな部分として捉えるよう、強度均一の短い光のパルスで隅々まで照明される、ことを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項11】 前記請求項1において、バッフルマーク(25)の検知が、

底面(22)の画像(23)を、整列した画素の発する信号として取得し、画像ピクセルの列として保存し、保存された、画像ピクセルの列の上の、バッフルマーク(25)の存在が予想される位置に、円環状の検査エリア(26)を定義し、保存された、画像ピクセルの列の上の、円環状の検査エリアの内側で、異常な輝度を持つピクセルの位置を検出し、異常な輝度を持つピクセルの位置の内、近接する3つの位置の組合せを解析し、その位置を含む円弧の中心と半径を決定し、その中心と半径より、中心と半径の標準偏差を算出し、標準偏差内に含まれる中心と半径のみを用いて、バッフルマーク(25)に対応する中心と半径の平均値を算出し、中心の平均の位置より半径の平均の距離だけ離れたピクセルについて解析し、バッフルマーク(25)が存在するか決定し、バッフルマーク(25)が存在する場合、バッフルマークに対応する位置のピクセルの画像信号を、平均的なピクセルの輝度に置換し、以上のステップにより、保存されている画像(23)よりバッフルマーク(25)を除去し、バッフルマーク(25)を無視することを特徴とする透明容器の検査方法。

【請求項12】 以下のような装置からなる、底面(22)にバッフルマーク(25)を有する実質的に透明な容器(24)の検査装置が、容器(24)の底面(22)を照明するための装置(42)と、容器(24)の底面(22)に対応する画像(23)を生成するための装置(30)と、

生成された画像を保存するための装置(50、52)と、

容器(24)の底面(22)の画像(23)を処理し、容器(24)の底面(22)に存在する許容範囲外の跡を検知するための装置(50、54、56)からなり、前記検知装置(50、54、56)が、保存されている容器(24)の底面(22)の画像(23)を、バッフルマーク(25)を無視するために解析する装置(54、56)を備える、

10 ことを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項13】 前記請求項12において、画像を生成するための装置(30)が、画像を、メモリの配列に多数の分離された画素として保存する処理装置(50、54)に引き渡す、ことを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項14】 前記請求項13において、保存された画像(23)を解析し、バッフルマーク(25)を検知しそれを無視するための処理装置(54、56)が、画像中に、バッフルマーク(25)を含むようにドーナツ型の検査エリアを定義するための装置と、バッフルマーク(25)に対応する画素を確認するため、ドーナツ型の検査エリア(26)の内部の画素の輝度を解析し、確認された画素に対応するバッフルマークの中心と半径を決定し、確認された画素によりバッフルマークの中心と半径のデータを算出し、そのバッフルマークの中心と半径のデータを画像記憶装置(50)に保存するための装置と、

保存されている中心と半径のデータを基に画像(23)中のバッフルマーク(25)を確認し、バッフルマーク(25)に対応する位置に存在する画素の保存されている輝度を置換し、それによりバッフルマーク(25)を無視するための装置、からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項15】 前記請求項14において、装置が、保存された画像(23)を解析し、バッフルマークを検知しそれを無視するための装置(50、54、56)に接続されたユーザ・インターフェース装置(90)を備え、前記ユーザ・インターフェース装置(90)が、オペレータがドーナツ型の検査エリア(26)をバッフルマーク(25)を覆うよう任意の位置に設定することを可能とするための装置を備える、ことを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項16】 前記請求項15において、装置(20)が、

ユーザ・インターフェース(90)を通してプログラム可能であることを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項17】 前記請求項12において、保存された画像(23)を解析する装置と、バッフルマーク(25)を検知し、それを無視するための装置(50、5

4、56)が、
画像中の例外的に暗い部分の位置を検知するために、画像(23)を解析する装置と、
その例外的に暗い部分に1ないしそれ以上の検査円を設置する装置と、

1ないしそれ以上の検査円から、バッフルマーク(25)の存在およびその位置を決定する装置、
からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項18】 前記請求項13において、保存された画像(23)を解析し、バッフルマーク(25)を検知し、それを無視するための装置(50、54、56)が、

底面(22)の画像(23)を複数の円環状の検査エリア(26)に分割し、その複数の円環状の検査エリア内の各画素に、該画素における画像の明るさに応じた輝度を割り当てることにより画像中の特徴部分を検出する装置と、

各検査エリア中の特徴部分を、データ保存装置により提供される既設の許容範囲を示すパラメータと比較することにより解析する装置と、

特徴部分が許容範囲を示すパラメータ中に収まらない場合に、排除信号を発する装置、
からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項19】 前記請求項12において、保存された画像(23)を、底面(22)における欠陥を検出するために処理する装置(50、54、56)が、
プログラム・モードおよび実行モードにおいて動作する装置により構成され、

前記装置(50、54、56)が、

前記プログラム・モードにおいて装置に欠陥を検出するための基準を教え、装置に容器(24)の底面(22)の許容範囲を示す一連のパラメータを与え、

前記装置(50、54、56)が、

前記実行モードにおいて容器の検査および欠陥容器の認識を行なう、

ことを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項20】 前記請求項19において、装置(50、54、56)が、

前記プログラム・モードにおいて、一連の許容範囲を示すパラメータとしてバッフル厚を含むデータ群を受領し、

前記バッフル厚のデータは、取得された画像(23)中のバッフルマーク(25)の一部と認められる部分の最大幅を示すパラメータで、

該装置(50、54、56)が、

前記実行モードにおいて、保存されている底面(22)の画像(23)中のバッフルマーク(25)とバッフルマーク(25)の付近に位置する欠陥とを識別するために前記バッフル厚を利用する、

ことを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項21】 前記請求項13において、保存された画像(23)を解析する装置と、バッフルマーク(25)を検知し、それを無視するための装置(50、54、56)が、

互いの距離が既設のデルタだけ離れた2つの画素の輝度差と既設のグラジェントの値とを比較することにより、画像(23)中の特異点(27)を検出、
することを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項22】 前記請求項21において、保存された画像(23)を解析する装置と、バッフルマーク(25)を検知し、それを無視するための装置(50、54、56)が、

特異点(27)の位置を捜し当てる装置と、

特異点(27)に対して事実上同心にドーナツ状の検査エリア(26)を設置する装置と、

バッフルマーク(25)を検知し、無視するための装置と、

欠陥を発見するための装置からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

20 【請求項23】 前記請求項22において、特異点(27)の位置を捜し当てる装置が、

容器底面(22)の円周状の境界線を定義する特異点のうち最低4点(27A、27B、27C、27d)を検出することにより、容器底面の中心(27I)を捜し当てる装置と、

第1の点と第2の点を結ぶ第1の垂直線分(27E)を引き、第2の線(27F)を第1の線分(27E)の垂直二等分線となるように引く装置と、

第3の点と第4の点を結ぶ第3の水平線分(27G)を引き、第4の線(27H)を第3の線分(27G)の垂直二等分線となるように引く装置と、

第2の線と第4の線との交点を測定することにより、底面(22)の画像(23)の中心(27I)を決定する装置と、

前記装置が前記中心(27I)に対し実質上同心にドーナツ状の検査エリア(26)を設置する装置からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

【請求項24】 前記請求項22において、保存されている画像を解析する装置と、バッフルマークを検出し、それを無視する装置(50、54、56)が、

容器(24)が許容範囲内であるとされる特異点の数の最大数を表わす既設の最大特異点数を規定し、

容器(24)を検査し、発見された特異点の数が許容範囲を越えている場合、容器(24)を欠陥と決定する装置からなることを特徴とする透明容器の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は非接触による容器の検査手段に関するものであり、さらにはバッフルマークの形成されている透明容器底面の欠陥を検出するマシン・ピ

ジョン・システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 典型的なガラス製品工場は、業界で個別セクション(individual section)又はIS装置と呼ばれる成型用機械と、ゴブフィーダー機構(gob feeder mechanism)を備えている。成型用機械は一般に、瓶(bottles or jars)等のガラス製品を製造する6ないし10の同型の独立したセクションを備えている。ゴブフィーダー機構は成型用機械の各セクションに順次溶解したガラスの塊を供給していく。各セクションから流れ出るガラス製品は、コンベアーによってそのガラス製品の欠陥を検査するための検査ステーションに運ばれる。欠陥の検査は通常、検査ステーションに配置された人間が直接監視するか、またはビデオカメラを用いた検査装置によって行われる。

【0003】 一般に欠陥の検査はガラス容器の3つの部分に対して行われる。口と頸(top and throat)の部分では、シール表面上と首のきずを検査する。容器の側壁では、亀裂、泡、バード・スウィング等のきずを検査する。容器の底面部では、規格外(不良品)、スパイク(spike)、バード・スウィング、小石や泡、モールド・ドゥブを含む多くのきずを検査する。大抵のガラス製品は、容器の底面外側に製造元を表示するよう、型によるマーキングが施されて製造される。これらのマーキングは文字であったり、数字であったり、抽象的な模様であったりする。これら様々なマーキングが存在することに加えて、同じマーキングであっても、必ずしも同じ物理的位置に現れるとは限らないことが、ガラス容器の底の自動検査を行う上での特有の障害となっている。

【0004】 さらにガラス容器の底の自動検査を困難なものとしているものには、ガラス容器の底に形成されるバッフル・マーク(baffle mark)がある。バッフル・マークは2段階式のガラス製品製造工程の産物である型によるマークで容器の底の不特定の位置に通常円形状に現れる。バッフル・マークの存在は一般には(製造側及び使用者側において)問題にならない。しかしながら、ガラス製品の光学的装置による自動検査においては、バッフル・マークにより高いコントラストの信号が生じ、しばしば欠陥による信号と取り違えられて不良でないガラス製品を排除してしまうという結果を招く。

【0005】 ガラスの中の欠陥は光学的境界層を形成し、投射光を反射又は屈折させ、光学的に検出可能な光のコントラストを生成する。現在知られているこの種の光学的な検査方法の重大な欠点は、実際の欠陥と、検査の原理である光学的手法により、強調されてしまう欠点との区別がつかないことである。(この場合、欠陥は許容できないものであり、欠点は許容できるものであると

する。)例を挙げると、欠点にはガラスに内包された小気泡や、比較的小さい凹凸又は傷など多くの種類があるが、それらはガラス製品自体にとっては全く無害である。しかし、それらの欠点が光学的手法による検査においては欠陥と類似の結果を示すので、許容範囲内にあるガラス製品も欠陥品として排除されてしまう。従来の装置には、許容できない欠陥と、許容しうる欠点とを区別する能力がないため、欠陥品であるガラス製品を合格させたり、設定が厳しい場合には、許容範囲内のガラス製品を排除する傾向にあった。

【0006】 ガラス製品の欠陥の検査に当っては、一般に製品は一様なバックライト(diffused backlight)によって照明され、テレビカメラもしくは光検知センサー配列によって検査される。その光源は一般に多数の白熱電球によって構成され、検査ステーション又は検査区画における容器のバックライティングのために、比較的広範囲にわたる一様な光を提供する。容器の検査を行う部分に焦点を合わせられたリニア・アレイ・テレビカメラ(linear array television camera)は、その部分のイメージをカメラの中の画素(ピクセル(pixels)とも呼ばれる)の列に投影する。すると、ピクセルは全体として連続した情報を得たことになり、各点における光の強さの関数である各ピクセルの出力信号を比較すればよい。容器の被検査部分に存在する欠陥は、一列に並べられた各ピクセルの出力を解析することによって発見することが出来る。

【0007】 このような装置では、容器中の欠陥の存在する部分がカメラの視野範囲を通過すると、ピクセルのうち、その部分に焦点の合っているものは反射によって照明光の経路が変化するため生ずる影を受像する。この方法では、隣接したピクセルの出力を比較することにより、欠陥部分の位置及び大きさを特定することが出来る。ピクセルは瓶のあらゆる部分が検査されるよう十分な頻度で走査される必要がある。大抵の欠陥は、実際には一度の走査だけでなく数度の連続した走査にわたって捉えられるものである。

【0008】 ガラス製品の一部分に特定の方向から光線を当て、光電セルのようなピックアップを、当てられた光線とおよそ90度の角度をなすように配置することにより、ガラス製品の様々な部分の欠陥の検査が光学的に行われてきた。そのような配置を行った場合、光は欠陥部分で反射され、光電セルに入射する。従って、光を反射する欠陥の検出が行われる。これは以前における、ガラス容器の仕上げや末端部分(heel portions)に対する典型的な検査方法である。このような装置によって検出される欠陥は一般に"checks(割れ)"と呼ばれ、主に容器の成形の時点で、成形された高温のガラスが低温の取り扱い器具に触れたときの急激な温度変化によって生じる。さらに、反射板によって焦

点を合わせられた光によって検出される欠陥には、入射光を入射方向より屈折させてしまう、ライン・オーバー・フィニッシュ・ディフェクト (line-over-finish defect) のような、ガラス表面の欠陥がある。

【0009】ガラス製品の検査方法としては、さらに、マシン・ビジョン・システム (machine vision system) がある。マシン・ビジョンとは、ガラス製品の選ばれた部分の像 (視覚的映像) をエレクトロニックセンサーで取得又は感知し、コンピュータを用いてその像の中のマーキングや欠陥の存在を確認、それらのマーキングや欠陥が許容範囲内であるかを決定する技術である。この技術は、像を取得するテレビカメラと、その製品又は部品の像を高速かつ、反復的に処理し、解析する専用の画像処理コンピュータに基づいている。

【0010】さらに、マシン・ビジョンは経済的でもあり、製造工程において速度が要求される場合や、危険が伴う状況では、時として唯一の実現可能なシステムでもある。マシン・ビジョンの技術の利用例としては、組立てや工程の検査確認、寸法の測定、形状の確認や認識、表面部分の欠陥の検知、選別装置やロボットによる誘導装置、などが考えられる。これらの多くの応用性の他に、マシン・ビジョンは通常全ての製品を検査することが可能なので、重要で正確なプロセス・コントロール (process control) の情報を提供することができる。この情報は、工程の「問題部分」を調べる場合に役立ち、その部分を改修することにより、欠陥品を減少させ品質を向上をはかることができる。

【0011】上記に示したように、ガラス製品の電子光学的な (electro-optical) 検査は広く知られている。しかしながら、ガラス容器のマシン・ビジョンによる検査方法は最近になって発達したものである。この二つの検査方法の最も大きな相違点は、各システムが対象物の像を捉え、対象物の状態、即ちその許容性を判断するために、その像を解析する手法にある。

【0012】電子光学的な走査によるガラス容器の底の検査の方法は、ガラス製品の製造業者やその (充填作業を行う前の) 使用者に、彼らの製品の自動検査の方法として、何年にも渡って利用されてきた。そのような従来型の装置の一例を第1図に示す。この装置は白熱光源により一様なバックライトを得ている。空のガラス容器は、専用の運搬装置 (例: スター・ホイール・メカニズム (star-wheel mechanism)) によって運ばれ、光学的検査領域 (optical path) を通過する。そのガラス容器は光学的検査領域を通過する間に、回転するプリズムによって走査され、容器の底の円形状に回転する像を、レンズを通して一連の感光センサに投影する。従って各センサは円環状の部分の走査を行ったことになり、全てのセンサを総合すること

により、容器の底の完全な像を得ることができる。各センサの出力信号は電子識別回路に入力され、そこで欠陥の検出のため、光量の変化又は絶対値が解析される。

【0013】この装置は原理的に簡単であり、操作も容易であるが、検査対象物を撮影装置に対し精密に設置することが要求される。これは一般に、スター・ホイール・メカニズムによって実現されるが、その場合、大きさ、形の異なる容器の検査を行うには、装置をそれに適合させるための交換部品が必要となる。上で述べた従来型の電子光学的な走査装置の欠点としては、感度の再設定が困難なこと、円形容器以外の検査が行えないこと、高い感度設定による高い誤排除率、などが挙げられる。

【0014】ガラス容器のマシン・ビジョンによる検査は、現在普及している電子光学的な検査方法に比べ、幾つかの利点がある。その利点とは、像の取得及び解析の能力がきわめて高いこと、再設定が容易なこと、テレビカメラによる像のため設定や分析が容易なこと、非円形容器に対する検査能力を有すること、要求される検査対象物の設置精度が低いこと、大きさ、形の異なる容器への移行が比較的容易であること、である。

【0015】マシン・ビジョン・システムの基本的な構成要素は、運搬装置、照明装置、画像取得部に画像処理部である。運搬装置には通常、パート・センシング (part sensing) (photo-eye, proximity switch, etc) と欠陥品の排除機構を持ち、検査の対象物をマシン・ビジョンの画像取得部へと運搬する。マシン・ビジョン・システムは、既存の運搬装置、または、検査の対象物に対応するように設計された専用の運搬装置のいずれにも適合することができる。マシン・ビジョン・システムの照明装置は検査の対象部を照明する。注目の対象 (例: 欠陥) とそのバックグラウンド (欠陥の周囲の正常な部分) とのコントラストは強い方が望ましい。また、照明装置は、不必要な形状の情報による干渉を取り除き、使用者に検査のための長時間安定した、環境に無害な光を提供しなければならない。

【0016】照明装置における2つの重要な点は照明技術と光源である。照明技術とは検査の対象部と、テレビカメラに対する光源の物理的配置のことである。照明技術における最も根本的な概念は、フロントライト (順光) とバックライト (逆光) に分けられる。いずれも組立て済み、または、フロントライトとは、検査の対象部に対し、光源とテレビカメラを同一の側に配置する方法である。この場合、光源と検査の対象部とカメラとの距離や角度が重要であり、それにより、得られる像のコントラストが決定される。フロントライトは通常、対象物の表面の形状を得る場合に使用される。

【0017】バックライトとは、検査の対象物に対し、光源とテレビカメラを反対の側に配置する方法である。この方法では、光学的に不透明な物体の高いコントラスト

トの影の像を得ることができる。ガラス容器のような透明な物体の場合、形状による光の透過率変化や、光の反射、屈折によってコントラストが生じる。マシン・ビジョンで一般に用いられる光源のリストを示すと、白熱電球、蛍光灯、キセノン・ストロボ、発光ダイオード、レーザー光にX線である。包装や製造のラインに適用する場合、検査は移動する物体に対し行われるため、通常ストロボ光でなければならない。ストロボ光には一般にキセノン・ストロボが発光ダイオードが用いられる。

【0018】発光ダイオード(LED)は固体の装置で、順方向にバイアスをかけた場合に光を発する。発光ダイオードはon, offの反応が速いので、キセノン・ストロボに近い働きをし、ストロボ光源としてふるまうことができる。物体を照明するに十分な光を得るため、通常複数個の発光ダイオードで一つのストロボ光源を形成し、それらは、単一のトリガーと駆動回路に接続される。発光ダイオードは、短く明るい光のパルスを得るため、通常に連続的に用いる場合の電流に比べ、はるかに強いパルス電流によって駆動される。マシン・ビジョン・システムの光学機器は、通常画像取得の手段であるテレビカメラに取り付けられたレンズを持っている。このレンズを通して、検査の対象物の像が形成される。レンズの焦点距離とスタンドオフ(対象物からレンズまでの距離)によって視野が決定される。視野はシステムに最も精密な像の解釈を提供するために、最小の範囲にすることが望ましい。しかし、それは検査の対象物の位置の変動をカバーするものでなくてはならない。レンズには基本的に、焦点固定のレンズと、焦点可変又はズームのレンズの2種類がある。

【0019】光学機器はその他に鏡、ビーム・スプリッタ、カラー・フィルタ、偏光プリズムなどを含んでいる。これらの付加的な部品はコントラストを高める、または不要な情報による干渉を減らす、限定された空間で必要な光学的な幾何学的配置を満たす、などの目的で使用される。マシン・ビジョンに適用して用いられる画像取得手段において、最も多く用いられているのは固体CCD(電荷結合素子: charge coupled device)またはMOS(酸化鉄半導体: metal oxide semiconductor)式の白黒テレビカメラである。これらのカメラの感光部分は、格子状に並べられた数十万個の固体の感光素子(ピクセル)によって構成される。

【0020】包装のラインでの高速の検査においては、通常、一般のカメラでは得られない付加的特徴が要求される。その一つは、カメラの内部で設定された一連の撮影周期と、検査の対象物がカメラの正面に到達するタイミングが同期していないことに関する。検査の対象物の速度は高速であるため、その到着と画像の取得との間には、いかなる遅延もあってはならない。そこで、カメラのタイミング信号は対象物の像を即座に取得するよ

う、割り込まなくてはならない。この特徴は”フレーム・リセット”と呼ばれることもあり、マシン・ビジョンまたはそれに類する科学的な用途のために設計されたカメラでのみ得ることができる。マシン・ビジョン・システム用の、取得された像を解析し処理する画像処理装置は、今日多くのものが工業用に入手可能である。それらには、特定の作業のために設計されたものや、汎用性のあるものがある。しかしながら、ほとんどの装置はテレビカメラから二次元の像を取得、保存し、その像をある種のコンピュータで解析し処理するものである。また、像を処理し解析するアルゴリズムにも多くのバリエーションがある。多くの場合、マシン・ビジョンのハードウェアは、包装や組立て(pharmaceutical)のラインで高い処理量を実現するため、それらのアルゴリズムを効果的に履行できるよう設計されている。

【0021】マシン・ビジョンのハードウェアは、その基本的な実現方法により一般に3つの形態に分類することができる。それらは、専用ハードウェア・プロセッサ、パラレル・プロセッサ、マルチ・プロセッサである。専用ハードウェア・プロセッサとは、マシン・ビジョンのハードウェアのうち、像を解析し処理するアルゴリズムが部分的にまたは完全に電気回路に組み込まれているものを指す。この方法は高性能な高速(2000 ppm以上)の検査を可能にする。しかし、検査のアルゴリズムが通常ハードウェアに組み込まれているため、高性能化や作業内容の更新が困難である。

【0022】パラレル・プロセッサの技術は、同一の像に対して処理を行うマルチ・プロセッシング・ネットワークに依存する。この方法は高速で高性能な検査手段を提供し、処理アルゴリズムにも柔軟性がある。マルチ・プロセッサによる方法は、システムの処理量を上げるため、マルチ・コンプリート・イメージ・アクワイア(multiple complete-image acquire)と、テレビカメラで取得した像を分け合うプロセス・チャンネルを利用している。これはプロセス・チャンネルの数を増やすことにより、より高い処理量を得ることができる。この種の、マルチ・プロセッサのソフトウェアに基づく方法は、アルゴリズムの選択に柔軟性があり、高速の処理にも適用することができる。従来のマシン・ビジョン・システムを利用する上での主たる欠点は、ガラス容器の底面に形成されるバップル・マークを処理できないことにある。そこで、底面における許容できるバップル・マークと許容できない欠陥とを識別し、製造装置における欠陥品の排除を効率的に行うために、バップル・マークを持つガラス容器の底面を検査する手段の必要性が増大した。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、透明容器の底面を検査する装置とその手段を提供する。本発明の装置は、画像取得装置、照明用光源、画像を処理、保存、

解析する画像処理装置を利用している。画像処理装置は取得した画像に含まれるバップルマークを検出、識別し、バップルマークが存在する場合、欠陥を検出する行程に送る前に、保存されている画像からバップルマークを除去する働きを持つ。この発明による装置および手段を用いることにより、画像を取得した範囲に存在する重大な欠陥を、該欠陥がバップルマークに重なって位置している場合においても、検出することが可能である。従って本発明は、バップルマークによる良品の誤排除率を低く抑さえつつ、欠陥品を高い感度で排除する能力を提供する。

【0024】

【課題を解決するための手段】本発明は一般に、ソリッド・ステートのストロボ照明装置からなる光源と、底面の画像取得用のレンズを装着したテレビカメラからなる画像取得装置、底面の画像の処理、解析用のマイクロプロセッサを用いた画像処理装置、メニューを用いてマイクロプロセッサに対し希望の検査作業をプログラミングするためのインターフェース、から成り立っている。本発明の装置は、本発明のマシンビジョン・システムのもとへガラス容器を運搬するための運搬装置に結合されることが望ましい。

【0025】本発明の装置は、訓練モードと検査モードの2つのモードで動作する。検査工程を開始する前に、装置に許容範囲内のガラス容器（予めなんらかの方法で許容範囲内であると判断された容器）に対する判断の基準を与えるため、装置は訓練モードで稼働される。訓練モードでは、画像取得装置の視野の中に許容範囲内の容器が置かれ、装置はその許容範囲内の容器の底面の画像を取得する。次に、オペレータが、可否の感度を含む許容範囲を示す一連のパラメータをセットする。この良品、または、許容範囲内の容器の情報は記憶部に保存される。これで、この装置は検査モードで稼働する準備が整ったことになる。

【0026】検査モードと検査工程の間、この装置は各容器の底面の画像を取得、保存された該画像中のバップルマークを識別し、それを除去、残された画像を解析、検出された欠陥を既設の許容範囲を示すパラメータと比較しその容器の許容性を判断、その容器が欠陥品である場合は、排除信号を出力する。装置は、比較検査の結果に基づいて、個々の容器に対し客観的な可否判定を下す。排除信号は、検査装置において欠陥品の排除に利用するか、または、自動装置への欠陥品排除指令として利用することができる。この発明は、ガラス容器の品質と欠陥の有無を瞬時に正確に判断する方法を提供する。この方法は前述の通りに行われる。まず検査域の容器の存在を検知し、容器の底面を照明しその画像を取得、その画像中のバップルマークを検知しそれを保存された画像より除去、残された画像を検査し、検出された欠陥に対しては許容基準との比較を行い、欠陥が許容範囲内かを

判断、それらの欠陥の一つでも許容範囲外であれば、その容器を排除する。

【0027】

【実施例】図1から図4は本発明の装置20である。各図中での参照用の数字は、それぞれ装置の構成要素に対応している。図5から図11は本発明によって教授される容器の底面の状態を検査し解析する手段である。また、図12から図17は本発明の透明容器の底の状態を検査する手順を示す流れ図である。図1から図4について説明を加えると、本発明の装置20は以下に示す4つの主要な構成要素に分割して考えることができる。

(1) 検査及び解析のため、容器の底面の画像を取得する画像取得部。

(2) (1)で取得した画像の情報を解析し、判断を下す画像処理部。

(3) オペレータと装置20との間の情報交換を行う、ユーザ・インターフェース。

(4) 装置20と他装置の制御部との間の情報交換を行う、マシン・インターフェース。

【0028】精密な解析を可能とするには高品質の画像を得る必要があるため、画像取得部は装置20において重要な構成要素である。本発明の画像取得部は通常、光源40および光散乱膜44を含む照明装置42と、カメラ30とレンズ32によって構成される。装置20は、容器24がカメラ30と照明装置42の間に位置するとき、容器24の底面の良好なコントラストの画像を取得するため、バックライト技術を活用する。これにより装置20を用いれば、容器の底面22における構造上の欠陥は容易に発見することが可能である。構造上の欠陥とは、異物、亀裂、気泡や穴、および形状の狂いを示す。装置50は、検査工程を開始する前に、得られた底面の画像のデータからバップルマークを検出し、除去するためのコンピュータにより構成される。装置20はさらに光学検知器84と排除機構88を備えている。検知器84は光検知器であり、検査領域における容器24の存在を検出し、その結果に対応する信号をコンピュータ50に出力し、画像取得工程の開始を促す。排除機構88は、運搬装置80のコンベアに隣接して配置されることが望ましく、画像処理コンピュータ50と連結され、排除を指示する信号をコンピュータから受信すると欠陥のある容器をコンベアより排除する。排除機構88には、気圧式で動作する様々な排除装置を利用することができる。装置20はさらに、装置のプログラミングのためのユーザ・インターフェース90を備えていることが望ましい。ユーザ・インターフェース90は、メニューが提供されるモニタ92と、キーボード94で構成される。

【0029】装置20によるガラス容器24の検査は、バックライトが配置されている中で行われる。そこでは、容器の底面22の画像を得るため、容器24は光源40と画像取得装置30の間に配置される。図2に示す

ように、光源40は照明装置42全体において不可欠な要素である。照明装置42は光散乱膜44を備えており、容器の底面に対して極めて均質なバックライト光を提供する。光源40は、第3図に示す格子46状に配置された数百の発光ダイオード(LED)によって構成されることが望ましい。検知器84によりガラス容器24が検査領域に到達したことが検知されると、画像処理コンピュータ50は格子状に並べられた発光ダイオード46を発光させる。光源40による光の放出は短い光のパルス(100〜600マイクロ秒)で、画像取得装置に対する検査対象部分の動きを凍結する効果を持つ。ソリッド・ステートの発光ダイオードを利用したストロボ光源40は、極めて安定した強い光を発する、耐久性に優れたストロボ光源であり、ガス充填式ストロボ(gas-discharged strobes)に勝っている。照明装置42の覆いは、光散乱膜の表面の手入れが容易に行えるよう、装置20の下より簡単に引き出せるようになっていることが望ましい。必要ならば、他の検査の照明光が干渉や妨げとならないよう、ストロボを順序立って発し、ガラス製品が1回以上のストロボによって捉えられるようにすることも可能である。さらに、光源40は、より強い光を提供することができ、必要ならば、特定のスペクトルを強めることに利用することができる。

【0030】装置20は、容器24を検査領域に運び込み、そこからさらに排除装置まで運ぶための運搬装置80と結合して用いられることが望ましい。運搬装置80には、容器の底面の鮮明な画像の取得を可能とするサイド・グリップ式のコンベア装置(図示せず)を用いることが望ましい。検査対象の製品の変更への対応は、運動した3つの装置により行われる。第一の装置は運搬装置に用いられているコンベアの幅を適合させ、第二の装置はカメラの垂直位置を調整し、第三の装置は光源の垂直位置を調整する。これらの装置は通常の技術を用いて作成することが可能であり、ここではその詳細には触れない。本発明の装置は、製造ラインでの既存の運搬装置に適合させてもよいし、代わりに本発明の検査装置まで容器を運搬する専用の運搬装置を設計してもよい。

【0031】画像取得装置30はレンズ32を備えたテレビカメラから構成される。レンズは焦点固定のものが望ましく、テレビカメラは非同期式のフレーム・リセット能力を有する高解像度のMOS(金属酸化物半導体)方式のものが望ましい。このフレーム・リセット能力によりカメラ30は移動している容器24の画像を位置的に正確に捉えることが可能である。異なる形、大きさの容器への変更は単にカメラ30および照明装置42の相対的な垂直位置を矢印34に示す方向に調整することにより達成される。容器の底面22の画像は光学レンズ32を通してカメラ30に画像を結ぶ。理想的なカメラの一例として、水平320、垂直240の格子状にセンサ

素子が配列されたものを考える。格子状に配列された個々の素子は独立した画素またはピクセルによって構成される。これら76,800の素子はそれぞれ画像の一部分を受像し、その部分の明るさに応じてピーク・トゥ・ピークが0ボルトから1ボルトのアナログ信号を発する。このアナログの情報はラスタースキャン(raster scan)に読み込まれ、一連のRS170振幅変調パルスとしてイメージ・プロセッサ54の中のビデオ・マルチプレクサに送られる。動作中においては、カメラの配電盤を通して連続した新しい画像がイメージ・プロセッサ54に流れ込み、そこでその画像は呼び出されるのを待つ。検査工程が開始されると、CPU56に内蔵されているI/Oプロセッサは、イメージ・プロセッサ54に信号を出力し、イメージ・プロセッサ54はストロボ光源42が発光したかを調べる。もし発光していない場合、イメージ・プロセッサはカメラからコンバータ・フレーム・バッファ52にデジタル化のために画像を送るようビデオ・マルチプレクサに指令を送る。本発明で用いるカメラは、映像に幾何学的な歪みやずれ、映像の衰えや焼付きを生じないものが望ましい。該当するカメラは、松下電器(パナソニック)株式会社がモデルGP-MF702/工業用MOS白黒カメラとして生産している。必要ならば、カメラ30のレンズ32の前、または光源40の前に、特定の波長の光を透過、または遮断するためのフィルタを装着してもよい。これらの付加的なフィルタは、画像のコントラストを強めるため、または装置20に特定の色を検知させるために用いる。本発明の装置で一般に用いられるフィルタには、紫外線、赤外線、赤、青、緑、偏光フィルタなどがある。

【0032】本発明のコンピュータ50は、第4図に示すように、マルチプロセッサ・システムの設計に基づくものであることが望ましい。このマルチプロセッサ・システムは、容器の底面の画像を得るためにカメラ30から受け取るアナログ信号をデジタル化する装置52と、そのデジタル画像を保存するためのコンバータ・フレーム・バッファにより構成される。CPU56はI/O(入出力)レジスタと、ハウスキーピング・プロセッサにより構成される。ハウスキーピング・プロセッサは個々の容器の位置とその検査結果を追跡し、欠陥容器の排除を実施するために検査結果に基づく合否信号を出力する。装置20の同期化はイメージ・プロセッサ54が出力する垂直および水平の駆動信号によって行われる。イメージ・プロセッサはその駆動信号を内蔵している同期化ボード(sync board)に送り、駆動信号はそこで増幅されて標準的なRS170のフォーマットとしてカメラの配電盤(図示せず)に送られる。カメラの配電盤はカメラ(複数のカメラが使用されている場合、その各々に)に同期化信号を分配するためのBNCコネクタを備えている。

【0033】カメラ30が生成したアナログの画像信号を変換する工程は、装置52に内蔵されているアナログ・デジタル・コンバータ(D/Aコンバータ)によって行われる。D/AコンバータはRS170の信号の電圧をサンプルし、そこで、各ピクセルがその部分の光の強さに対応して発した電圧信号の電圧に対し、1から256までのデジタル量が割り当てられる。例えば、黒いピクセルは極めて低い電圧によって示されるため、それにはデジタル量の1が割り当てられる。逆に白いピクセルは極めて高い電圧によって示されるため、それにはデジタル量の256が割り当てられる。以上のように、各ピクセルにはその部分の光の強さに応じて1から256のデジタル量が割り当てられる。このデジタル化された画像はルックアップ・テーブル(LUT)を通された後に、フレーム・バッファ52に保存される。保存されている画像をモニタ92に表示する場合、2つ目のマルチプレキサが、表示する画像がフレーム・バッファに保存された画像の一つか、または現在取得中の画像かを選択する。選ばれた画像は、CPU56に接続されたD/Aコンバータによりアナログ信号に逆変換され、モニタ92に出力される。デジタル化された画像の総合的な解像度は、カメラ30のセンサの格子、D/Aコンバータ、フレーム・バッファの容量によって決定される。前述のとおり、本発明の装置20の理想的な解像度は、水平320垂直240のピクセル格子以上である。前述のとおり、検査工程が開始されるとカメラ30からのアナログのビデオ信号はデジタル化され、フレーム・バッファ52の一つに保存される。これで、画像はイメージ・プロセッサ54によって解析される準備が整ったわけである。画像の処理作業の命令はPROMに保存されており、ユーザ・インターフェース90を通して装置20に伝達される。イメージ・プロセッサ54はこれらの命令を、RAMから引き出された既設のパラメータと、フレーム・バッファに保存されている画像を用いて実行する。検査の結果はI/Oプロセッサ56が利用できるよう、mailbox・メモリに出力される。

【0034】CPU装置56のI/Oプロセッサは、容器の位置と検査の結果を追跡し、検査の結果に基づく合否信号を出力する。I/Oプロセッサは可変長の直列シフト・レジスタのように動作し、対象物とそのそれぞれの検査結果を追跡する。検査結果はレジスタに転送され、その中を規則的に進められていく。この進めるタイミングは、運搬装置80に接続された内部ロータリ・エンコーダ(internal rotary encoder)が出力するパルス信号によって制御される。シフト・レジスタの長さは、検知器84からの入力と排除信号の出力の間の距離を決定する。これは、プログラム・モードにおいてソフトウェアによるキャリブレーションを通して決定される。さらに、I/Oプロセッサは画像処理コンピュータ50にストロボ照明装置42を駆動

しカメラ30を通して画像を取得するタイミングを指示する。容器の底面の正確な画像を取得するためには、容器がカメラ30の視野の中央に位置する時点でストロボ照明光源40を駆動する必要がある、このためのキャリブレーションも装置20のプログラム・モードにおいて設定する。

【0035】本発明の装置20は、全てのガラス容器の底面の検査を可能とするため、ガラス製品の生産ラインに統合することができる。装置20はその高い性能により、容器の底面に存在するバッフルマークを効果的に無視することができる。前述のとおりバッフルマークは型によるマークで、ガラス製品製造業界でよく知られている2ステップ式のガラス製品製造工程による産物である。バッフルマークは通常容器の底の不特定の位置に円形上に現れる。バッフルマークは一般に、ガラス製品製造業者やその最終的な消費者にとり格別問題となるものではないが、ガラス製品の検査においては支障をもたらしている。バッフルマークにより高いコントラストの光学的信号が生じて、それがしばしば底面のガラスにおける実際の欠陥による信号と混同されることにより、結果的に欠陥のない容器が排除されてしまう。本発明の装置20は、取得した底面の画像中のバッフルマークを検索し、バッフルマークを発見した場合、検査工程の開始前に画像の中からバッフルマークを消去する。本発明の装置および方法は、被検査部分にある重大な欠陥に関しては、たとえその欠陥がバッフルマーク上に直接重なっている場合においても、影響を及ぼす(消去してしまう)ことはない。本発明は、バッフルマークによる良品の誤排除率を低く抑さえつつ、欠陥の検査の感度を高く設定することを可能とする。

【0036】前述のとおり、本発明の理想的な画像処理装置50は、取得した容器の底面22の画像をマルチ・プロセッサを用いて処理する。そこでは、イメージ・プロセッサ54、アクセラレータ・ボード(accelerator board)、同期化ボード(sync board)、2基のフレーム・バッファ、さらにCPU56のI/Oプロセッサ・ボードの6つのプロセッサが用いられることが望ましい。イメージ・プロセッサ54のイメージ・プロセッサ・ボードは装置20の動作を管理し、装置の同期信号を出力し、アナログの画像をデジタル情報に変換し、そのデジタル情報をルック・アップ・テーブル(LUT)に通してそのデジタル化された画像をフレーム・バッファ・ボードの一つに保存または引き出しを行ない、デジタル情報をアナログの画像に変換し、オペレーティング・システムのPROMとユーザRAMを備えており、画像の必要な部分に対して検査を実行して検査の結果をI/Oプロセッサに送る。イメージ・プロセッサ54は、装置20が25MHzで動作するように、アクセラレータ・ボードに接続されたマイクロプロセッサにより制御されることが望ましい。イメージ

・プロセッサ・ボードの制御に適したマイクロプロセッサには、モトローラ社が生産するモデルNo. 68020 CPUがある。アクセラレータ・ボードは、イメージ・プロセッサ・ボードとその周辺のチップを管理するマイクロプロセッサを備えており、主として装置20の運転および生産の速度を上げる役目がある。具体的には、そのアクセラレータは装置20の運転速度を12.5MHzから15MHzまで加速し、それにより装置20は一分間に350の部分の処理が可能となる。同期化ボード

(図示せず)は、イメージ・プロセッサ54から、垂直および水平の同期化駆動信号を受け取り、それを増幅し、モニタおよび各カメラ(複数のカメラが使用されている場合)用の信号に分離する。同期化信号(sync signal)はリボン・ケーブルによってカメラの配電盤に運ばれ、そこで各カメラに分配され、また同信号は、装置の同期化のため、他のリボン・ケーブル経由で装置20全体にも分配される。理想的な装置20は、装置52の一部として、2つのフレーム・バッファ・ボードを装備する。うち一つは、カメラから送られるデジタル化された画像を保存し、もう一つはカラーのグラフィック・メニューやイメージ・オーバーレイ(image overlay)を保存する。CPU56は装置20の入出力を制御する。CPU56は二次的なマイクロプロセッサ58に接続され、その機能はマイクロプロセッサ58により制御される。この方法により、I/Oプロセッサ・ボードは、イメージ・プロセッサ54と同時に独立して稼働することができる。CPU56を制御するのに適したマイクロプロセッサ58には、モトローラ社の生産するモデルNo. 68000がある。

【0037】装置20のユーザ・インターフェース90は、通常モニタ92とキーボード94およびLEDによるリモートI/Oディスプレイ(remote I/O display)(図示せず)を備えており、オペレータの装置20との情報交換を可能としている。モニタ92は、オペレータに対する様々な注意や指示を表示するとともに、検査を行っている底面部分のビデオ・画像も表示する。

【0038】装置20で用いられるマシン・インターフェース装置は、複数のパラレルI/Oチャンネルと、ストロボ照明装置42のための複数のストロボI/Oチャンネル、最低1つのシリアル・コミュニケーション・ポートを備えており、CPU56の一部であることが望ましい。光学検知器84による入力や検査結果は光学的に分離されたパラレルI/Oチャンネルにより情報交換が行われ、ロボットに対する指示の調整や統計情報などの複雑な情報はシリアル・ポートにより情報交換が行われる。ストロボI/Oボードはイメージ・プロセッサ54に直接接続され、イメージ・プロセッサ54は光学検知器84による出力信号を監視し、光源40を通してSCDの停止やストロボ照射の信号を制御する。

【0039】前述のとおり、カメラの配電盤は一連のコネクタの集合であり、同期化ボードから出力された水平および垂直の同期化信号は、これらのコネクタを通して各カメラに分配される。また、これらのコネクタの内幾つかはカメラからRS170のビデオ信号を受け取り、その信号をイメージ・プロセッサ・ボードに引き渡す。

【0040】装置20が処理のための正確な画像を確実に取得するためにカメラ30と照明装置42とを同期化する方法には、一般に2つの方式がある。そのいずれを用いるかは、オペレータが装置20の作業内容をプログラミングする時点で選択する。その2つの方式とは、ストロボ方式とフレーム・リセット方式である。ストロボ方式では、光源40より光を照射し、その次のパーティカル・リトレース(next vertical retrace)において底面の画像を取得する。フレーム・リセット方式では、光源40より光を照射し、その瞬間に画像を取得する。ストロボ方式とフレーム・リセット方式の違いは、光源40が光を照射するタイミングである。ストロボ方式が選択された場合、光源40は光学検知器84から信号を受け取った後、カメラに対する次のパーティカル・リトレースにおいて光を照射する。これは一般に"video synchronous"と呼ばれている。フレーム・リセット方式が選択された場合、光源40は光学検知器84から信号を受け取ったその瞬間に即座に光を照射する。概して、検査を効果的に運行するために、光源40は、容器24がカメラ30の視野の中の適切な位置に位置する時に光パルスを発しなければならない。

【0041】本発明の装置20は、トレーニングおよびプログラム・モードと、検査および実行モードの2つのモードで動作する。トレーニングおよびプログラム・モードは、特定のガラス製品に対して装置20を訓練または教育するために使用する。検査および実行モードは、ライン上の製品を実際に検査するときに使用する。検査工程開始前に装置20は先ず、装置20に許容範囲内の容器の基準を与えるためのトレーニング・モードで作動される。トレーニング・モードでは、許容範囲内の容器(予めなんらかの方法で許容範囲内であると判断された容器)が検査領域またはカメラ30の視野の中に置かれ、装置20に許容範囲内の容器の底面22の画像を取得させる。次にオペレータが、可否の基準を含む許容範囲を示す一連のパラメータをセットする。この良品または許容範囲内の容器の基準は画像処理コンピュータ50に保存される。

【0042】容器の底面の各検査の度に、欠陥を検出するために画像を解析する前に、底面に存在するいかなるバップルマークも、保存されている画像から除去しなければならない。特異点とは、容器の底面22の画像の一部で、その画像の中の異なる領域の境界におけるピクセルの、輝度の急激な変化により特徴付けられる部分であ

る。装置20は各ピクセル間の輝度量 (gray shades value) の変化で特異点の存在を検知する。前述のとおり、画像中の各ピクセルの明るさは予め測定され、1から256の間の輝度量がそれぞれに割り当てられる。そのピクセルが明るければ明るいほど、大きな数字が割り当てられる。画像を構成する各ピクセルに割り当てられた輝度量は、それぞれ記憶部に保存される。検出された特異点 (近接したピクセル間の輝度量の際立った変化) の存在とその位置は、画像の中心を捜し当てることや、画像中のバッフルマークの検出と位置の確定、欠陥の検出に利用される。

【0043】装置20のセットアップにおいて、オペレータは許容範囲内の容器のバッフルマークが存在すると予測される画像中の位置に円環状のエリアを設定する。これらの検査エリアは、装置がバッフルマークの検出において画像中のバッフルマークが存在すると思われる部分のみを解析するようにオペレータが底面の画像を分割するものである。図5および図6はバッフルマーク25が存在している容器24の底面22の画像23である。図5および図6に示すように、しばしば照明の関係上、画像中にバッフルマーク25が一部のみが現れる現象が起こる。検査エリアは2つの同心状の検査円26Aおよび26Bによりドーナツ状に定められ、その同心円26Aおよび26Bの大きさと位置は、装置のセットアップの時点でオペレータによりインターフェース装置90を通して任意に定められる。ガラス製品の検査工程において、2つの同心円26Aおよび26Bの間の検査エリアは、特異点を探すために、一定の間隔をおいた複数の点において検査される。イメージ・プロセッサは発見された特異点のうち近接して位置する任意の3点の組合せを解析し、その位置からそれら近接した3点を通る円の中心の位置と半径を決定し、各組合せより得られた中心の位置と半径のデータの相関関係を算出し、そのデータがバッフルマークを指しているものかを判定し、中心と半径のデータを保存すると共に、欠陥の検査のために画像を解析する時にバッフルマークによる特異点の信号を無視するために利用する。例えば、バッフルマーク25の一部である特異点は保存された画像より取り除くことができ、残りの特異点は前もって決定された、許容範囲内のガラス容器を定義する「最大特異点数」と比較される。前述のとおり、同様の手法を「ヒールマーク」と呼ばれるガラス製品の画像の境界における信号を無視する場合にも用いることができ、装置20は、特異点として解釈されるヒールマーク27と、欠陥として解釈されるその他の特異点とを識別する能力を有する。ヒールマークの識別を行なうために装置20をセットアップするにあたり、2つの同心状の検査円により定められるドーナツ状フィルタ (図6に示すドーナツ状フィルタ26と実質的に同じもの) を、ヒールマークを覆うように設置する必要がある。バッフルマークの場合のドーナツ状フィ

ルタ26と同様に、特異点探査のための検査円はオペレータによりユーザ・インターフェース90を通して、移動、拡大、縮小を行なうことができる。内側の検査円は外側の検査円より拡大することはできないが、実質的に消滅するまで縮小することはできる。内側の検査円が実質的に消滅した場合、外側の検査円で囲まれた部分全体が装置20により解析される。内側の検査円26Bが拡大され、2つの円26Aおよび26Bによりドーナツ状のエリアが形成される場合、2つの円26Aおよび26Bの間のエリアが装置20により解析される。特定の検査工程の最中に装置20がヒールマークを検知した場合、画像23中の欠陥を示す信号とヒールマークによる信号とを混同しないよう、装置20は保存された画像からヒールマークを除去することができる。

【0044】装置のトレーニング・モード (すなわち装置のセットアップ) の間に、オペレータはバッフルマークの探査工程のためのドーナツ状フィルタ26を設定し、画像処理コンピュータ内部に保存されているオペレーティング・プログラムがドーナツ状フィルタ26の境界パラメータを決定する。しかしながら、バッフルマークの消去工程においては、装置20のオペレーティング・プログラムは自動的にドーナツ状フィルタを設定する。オペレータがドーナツ状フィルタ26を設定した後、オペレーティング・プログラムがバッフルマーク探査のための境界パラメータやバッフルマーク消去のためのドーナツ状フィルタを自動的に設定するので、オペレータにはこの一連の工程が単独の工程に感じられる。オペレータによって設定されるバッフルマークの探査のためのドーナツ状フィルタ26は、ユーザ・インターフェース90の拡大、縮小のコントロールキーを用いて設定される。ドーナツ状フィルタ26がバッフルマーク全体を、容器毎のバッフルマークの位置の変動に対応できるだけの十分な余裕をバッフルマークの両側に与えられた状態で囲むと、オペレータは、装置20にバッフルマーク25を捜し当てる訓練をさせるために、装置20にドーナツ状フィルタ26を登録するよう命令する。バッフルマーク25の探査のためのパラメータの値は、装置20のオペレーティング・プログラムにより自動的に選択されるが、オペレータはインターフェース装置90を通してこれらのパラメータの値を変更することができる。

【0045】バッフルマークの消去工程での次の段階は、実際のバッフルマークの除去におけるパラメータの設定である。この作業は、画像23からバッフルマーク25を完全に除去するか、またはバッフルマーク25の低い輝度量をバッフルマーク25の周囲のピクセルの輝度量に対応させ、コントラストを和らげることにより遂行される。オペレータは望むなら、バッフルマーク25をいかに除去するかを選択することができる。理想的な装置20においては、画像処理コンピュータ50のオペレーティング・プログラムが、バッフルマークの除去

のためのテスト・パラメータを自動的に設定する。オペレーティング・プログラムはバッフルマークの除去のための最良のパラメータの値を算出する。他方、オペレータは自らパラメータを設定、または自動的に設定されたパラメータを変更することができる。装置20がバッフルマーク25を捜し当て（位置を登録）、その大きさを確定した後に、装置20は保存されている情報より、バッフルマーク25以外の画像情報を残してバッフルマークに対応するものを除去（塗りつぶす）する。以上により、画像23はフィルターされ（バッフルマークが除去され）、検査の準備が整った。（装置20は図5および図6に示すように、バッフルマーク25が一部のみ現れている場合においても効果的に動作する。）

トレーニングモードでは、オペレータによりさらに特異点検出のためのドーナツ状フィルタが設定される。オペレータは希望する数の特異点検出用の円形状またはドーナツ状フィルタを設定することができる。しかしながら、ドーナツ状の境界の内側の領域が広ければ広いほど、検査に要する時間も長くなる。

【0046】画像取得装置の視野の中の対象物の位置を特定することは、あらゆるマシンビジョン・システムにおける固有の問題である。本発明の装置20は、カメラ30の視野の中でわずかな位置のずれのある容器の検査を行なう能力を有する。装置20はそのオペレーティング・プログラムの一部として、容器の底面の特異点を捉え、それらの特異点に応じて検査円を設置するためのソフトウェアを備えている。すなわち、装置20は底面22の画像を検査し、底面の特異点を認識し、視野の中において底面の画像の位置に多少のずれが存在しても、それに対して堅実に検査円を設置するのである。この画像の位置を求めるための特異点には通常ヒールマーク27を構成するものが用いられる。

【0047】カメラの視野の中の様々な位置の対象物に適応するには、円形の画像23の中心の正確な位置を認識する必要がある。図7に示すように、装置20は先ずヒールマーク27に対応する特異点を検知する。次に装置20はヒールマーク27を構成する特異点から、ランダムに4箇所27A、B、C、Dを検知する。次に装置20は2点27Aと27Cを結ぶ最初の垂直線27Eを引く。次に装置20は線分27Eの垂直二等分線27Fを引く。さらに装置20は残る2点27Bと27Dを結ぶ水平線27Gを引く。最後に装置20は線分27Gの垂直二等分線27Hを引く。線分27Fと線分27Hとの交点27Iは容器の底面22の画像の中心を示す。装置20はバッフルマークとヒールマーク検出用のドーナツ状の検査エリアを中心27Iに対し、実質的に同心状に設置する。

【0048】トレーニング・モードにおける特異点の検索において、装置20は「X/Yスキャン」方式を用いて検索線を水平および垂直方向に配置するか、「円形ス

キャン」方式を用いて検索線を円環状に配置することができる。図8は円形スキャンの手法を示したもので、ここではドーナツ状の検査エリアをセグメント26C、26D、……に分割している。ドーナツ状の検査円は任意の適当な数のセグメントに分割することができる。X/Yスキャンは「リニア・エッジ検出法」とも呼ばれ、図10に示すようにドーナツ状の検査円全体、または、図9に示すように外側検査円26Aの内側全体に、検索線を水平方向および垂直方向に配置する。このリニア・エッジ検出法は画像23に同心状に、または画像の端付近に位置する欠陥の検出に有利である。

【0049】欠陥の識別のためのパラメータには、グラジエントとデルタおよびバッフル厚がある。マルチ・サーキュラー・エッジ検出法においては、セグメントの数および検出される最大、最小特異点数を定めなければならない。

【0050】グラジエントは、ピクセルの輝度を比較する場合において、特異点と決定される輝度の差の最小値である。この値は考慮中のピクセルの輝度量から計算される。（以下で述べるようデルタだけ離れて位置する）2つのピクセルの輝度量を比較し、輝度量の差がグラジエント以上であれば特異点が定義される。例を挙げると、予めデルタが2に設定されている場合、特異点の検索の最初に装置20は円内の第1のピクセルと第3のピクセルの輝度を比較し、次に第2のピクセルと第4のピクセルの輝度を比較、さらに第3と第5、のような方式で円の周囲のピクセルの輝度の比較を行なう。予めグラジエントに15が設定されている場合、比較された2つのピクセルの輝度量の差が15以上あれば特異点が発見されたことになる。グラジエントは装置20のオペレーティング・プログラムにより自動的に選定されるが、必要ならばグラジエントの設定を手動で行なうこともできる。例を挙げると、装置20が必要な特異点を見落としている場合、グラジエントの値を下げることで特異点を検出するようにすることができる。逆に装置20がバッフルマークの周囲の特異点を過敏に検出するためにバッフルマークの位置が不鮮明になる場合、または些細な欠点の特異点をも検出してしまう場合には、グラジエントの値を増加させることにより装置20の感度を下げることができる。

【0051】デルタは装置20の特異点の検索において、輝度の比較が行なわれる2つのピクセル間の距離である。デルタは1～5の間で調整可能であることが望ましい。例を挙げると、デルタが3に設定されている場合、第1のピクセルと第4のピクセル、第2のピクセルと第5のピクセル、第3のピクセルと第6のピクセルが比較されるというように、2つおきのピクセルの比較が行なわれる。デルタは決定困難な特異点の検出に有用である。デルタの値が1または2である場合、鮮明な特異点が検出され、それに対し高い値のデルタは不鮮明また

は不明瞭な特異点の検出に適している。本発明の装置20はデルタの値を自動的に、大抵の用途において適当であると考えられる3に選定するようプログラムされていることが望ましい。

【0052】バッフル厚はバッフルマーク25の一部であると認められる跡の最大幅である。バッフル厚は1~100の間で調整可能であることが望ましい。例を挙げると、バッフル厚が10に設定されている場合、バッフルマークであり欠陥ではないと判断されるバッフルマークの幅は10ピクセル以下である。バッフル厚はバッフルマークとバッフルマークに重なって位置する欠陥とを識別するために用いられる。図11に示すように、本発明の装置20は、バッフルマーク25とバッフルマークに重なっていない欠陥A、バッフルマークに重なってそのピクセルの幅が既設のバッフル厚より大きい欠陥B、の識別は可能である。しかしながら、本発明による装置20はバッフルマーク25とバッフルマークに重なって位置し、そのピクセルの幅が既設のバッフル厚より小さいかほぼ等しい欠陥Cとを識別することはできない。

【0053】検査開始前に設定を要するパラメータにはさらにスキャン・インクリメントがある。スキャン・インクリメントはドーナツ状の検査エリアや検査円内の走査に当たってスキップする線の数である。この値は1~20の間で調整可能であり、スキャン・インクリメントの値が小さければ検査はより正確に行なわれるが、それに伴い検査の速度は遅くなる。

【0054】設定を要するパラメータにはさらに特異点厚がある。特異点厚はバッフル厚に似た概念である。特異点厚は特異点と定義されるために必要な規定されたグラジエントの輝度の差を持つ連続したピクセルの数を示す。例を挙げると、特異点厚が5に設定されている場合、輝度の差が規定されたグラジエント以上であるピクセルが連続して5つ存在した場合特異点が定義される。特異点厚は1~100の間で調整可能である。

【0055】設定を要する他のパラメータとしては、装置20がドーナツ状の検査円全体または個々のセグメントにおいて検出する特異点数の、許容できる最低値を定めた「最低特異点数」がある。既設の最低特異点数以上の特異点が検出された場合、その部分は合格する。このパラメータに関連してさらに設定を要するパラメータに「最大特異点数」がある。最大特異点数は装置20がドーナツ状の検査円全体または個々のセグメントにおいて検出する特異点の数の、許容できる最大値を定めたものである。検出された特異点の数が既設の最大特異点数以下である場合、その部分は合格する。

【0056】装置20の付加的であるが有用な特徴は、排除リミット(reject limit)を監視する能力を備えていることである。排除リミットには通常2種類あり、それらは最大排除率および最大連続排除数である。これから得られるデータによりオペレータは最小

の量の製品の損失で製造工程の欠陥を発見することが可能となる。例を挙げると、最大連続排除数が5に設定されている場合、なんらかの理由で連続した5つの製品が不合格となると信号が出力される。その信号は通常警報装置や警告標識などに送られる。最大排除率は排除された製品の割合(%)である。例を挙げると、最大排除率が5%に設定されている場合、100の製品の検査を行なううち5%以上の製品の排除が行なわれた場合に警告を示す出力がなされる。

【0057】前述のように、本発明による装置20はストロボ光の照射が容器24の中心を捉えるよう校正されている。これらの校正機能は装置20のオペレーティング・プログラムによって自動的に決定され、実行される。具体的には、オペレーティング・プログラムは自動的に対象物の幅に合わせ校正を行なう、つまり容器の底面の中央または中心271がカメラ30の直下に位置する時にストロボ光を照射するように容器24の幅を測定する。さらにそれに加え、オペレーティング・プログラムは検査ステーションから排除ステーションまでの間の容器の移動距離または移動時間により決定される「排除ディレイ」を測定する。いずれの測定装置もエンコーダ、フォトセンサ、排除パルス(reject pulse)を組み合わせ用いている。

【0058】装置20がセットアップされ、ライン上での検査工程の開始が可能となると、装置20はユーザ・インターフェース90を経由して、実行または検査モードで動作するよう指示される。

【0059】以上の部分をまとめると、検査モード中の各検査工程において、装置20は各容器24の底面22の画像を取得し、画像23中のバッフルマーク25を検出し、バッフルマークが存在する場合、保存された画像よりバッフルマークを除去し、残された画像の円形状またはドーナツ状の検査エリア内を解析することにより検査を行ない、画像中に検知された欠陥や跡を既設の許容範囲の基準と比較して容器が許容性を判断し、容器が許容できないものであれば、排除機構88が容器の排除を実行するよう排除信号を発する。

【0060】図12~17は本発明および本発明による画像処理コンピュータ50のシステム・オペレーティング・プログラムの動作を示した流れ図である。ここで、それら流れ図に示される動作が行なわれる以前に、装置20のトレーニングは済まされ、全ての必要なパラメータや基準は決定され装置20に入力されているものとする。図13~17の流れ図はそれぞれの図に示される流れ図の相関関係を示すよう、円形の枠で囲まれた文字で始点と終点が表示されている。例えば、図13の流れ図は丸Aで終了しており、図14の流れ図の始点は丸Aにより示されている。これは流れ図の進行が図13の枠120から図14の枠122に移ることを示す。同様に図14の丸Dは図15の始点の丸Dに、図14の丸Bは図1

7の始点の丸Bに流れ図の進行が移ることを示している。

【0061】図12に示すように、本発明による装置20は、検知器84が検査対象物の存在を知らせる信号を発すると容器24の底面22の検査工程を開始する(菱形100)。すると画像処理コンピュータ50は画像取得装置30に容器の底面の画像を取得するよう指示する(枠120)。その後画像処理コンピュータ50は容器の底面にバッフルマークが存在するかを決定する(菱形140)。画像中にバッフルマークが存在しない場合、
10 画像処理コンピュータは容器の可否を決定するため画像を解析し処理する(枠190、200)。装置20が底面の画像中にバッフルマークの存在を確認した場合、装置は画像中のバッフルマークを除去し(枠160)、その後、容器が許容範囲内であるか決定するためにフィルタ済の画像の解析および処理の工程に移る(枠190、200)。

【0062】図13~17は本発明と、本発明で用いる画像処理コンピュータ50のシステム・オペレーティング・プログラムの動作の方法の詳細を示すものである。
20 前に述べ、図13に示すように、装置20は検知器84より容器がカメラ30直下の検査ゾーンに存在することを知らされると検査工程を開始する(菱形100)。検知器84からの検査対象物の存在を示す信号を受領すると、画像処理コンピュータ50はカメラのタイミングをリセットし、ストロボ光源40を同期させる(枠105、110)。カメラ30とストロボ光源40の同期化が完了すると、容器の底面22の画像がデジタル形式の信号で取得される(枠120)。取得された画像はその後の処理および解析までの間、RAMに保存される。
30

【0063】図14は本発明で用いる画像処理コンピュータ50により実行されるバッフルマークの登録手段を示すものである。装置20は最初に画像中の既設の円環状の境界線(図6: ドーナツ状フィルタ26)内の等間隔の12の点(30° 間隔: 12等分点)において特異点を検索する(枠122)。検出された特異点の数が不十分である場合、バッフルマークは存在しないものと判断され、装置20は画像中の欠陥の検索を開始する(菱形124)。この検出された特異点の数が不十分である場合については、図17の流れ図と関連して後に詳しく述べる。装置20が十分な数の特異点を検出した場合、そのデータはRAMに保存され(枠126)、ドーナツ状フィルタにおいて検出された特異点の中心と半径を計算することによりバッフルマークの正確な位置を得るための工程に移る。バッフルマークの正確な位置を得るには、先ず特異点の中の近接した3点を通る円を設置し(枠128)、3点の各組合せより得られる円のデータを基に特異点を通りそのバッフル厚が最小である一つの円を決定する。ドーナツ状フィルタ26で検出された特異点の組合せの解析が行なわれ、各組合せにおけるバッ
50

フルマークの中心と半径が計算されると、装置20はそのデータをRAMに保存する(菱形130、枠132)。装置20は全ての特異点の組合せの検索と、その中心と半径の算出が完了するまで計算を続ける。

【0064】次に図15について述べる。装置20はドーナツ状フィルタの中で検出された特異点の全ての組合せが検索され、その中心と半径が計算され、RAMに保存された後に、その中心と半径の標準偏差を算出し(枠133)、偏差が標準偏差より大きい中心と半径の情報を除外する(枠134、135)。この時点で、装置20は容器のバッフルマークの位置と大きさを確定しており、その情報は検査工程で使用するために保存され、容器の検査の段階で、保存された画像中のバッフルマークにフィルターをかけるのに使用される。

【0065】次に図16について述べる。装置20はこの時点で、図15に示されるよう、中心と半径の情報の平均値をRAMに保存している。その中心と半径の平均値は検査の行なわれた容器24の底面22におけるバッフルマークの位置および大きさを示すものである。次に装置20は底面の画像中の中心と半径の平均値の情報で定められる検査円の内部の検査に移る(枠142)。画像処理コンピュータ50は円環状の境界線内で特異点を検出し、それらの特異点が事前に決定されRAMに保存されているバッフルマークに対応するものであるかを決定する(枠144、菱形146)。検出された特異点がバッフルマークのデータに対応するものであれば、画像処理コンピュータ50はバッフルマークを示す特異点の輝度を標準的な輝度に置き換え、画像の該部分の標準化を行なう(枠148)。標準的な輝度は画像処理コンピュータ50のオペレーティング・プログラムにより提供される。この作業はバッフルマーク25とその周囲のピクセルとのコントラストをおさえ、バッフルマークに起因して排除信号が発せられるのを避けるためのものである。バッフルマークがフィルタされなければ、バッフルマークの画像は許容範囲を示すグラジェントとデルタの基準を越えてしまい、欠陥のない容器に対する排除信号が生成されることになる。

【0066】枠144において検出された特異点が検索線上のバッフルマークに対応しない場合、画像処理コンピュータ50は特異点を欠陥の解析のために保存し、全ての検索線を検索したかを確認する(菱形150)。まだ検索されていない検索線が残されている場合、画像処理コンピュータは検査円の円環状の境界線内(検査エリア)の全ての検索線が検索されるまで検索を続行する(枠144)。画像処理コンピュータが検査円の円環状の境界線内(検査エリア)に位置する全ての検索線の検索を完了したと判断すると、次に容器の底面22の画像全体を、マルチ・サーキュラ・エッジ検出法(図8)またはリニア・エッジ検出法(図9、10)を用いて検索する(枠192)。画像処理コンピュータ50は、画像

処理コンピュータ 50 内のオペレーティング・プログラムにより検査ゾーンに区画分けされた画像中の全ての検査エリアにおいて検索を完了したと判断するまで、画像中の欠陥の検索を続行する（菱形 196）。まだ検索されていない検査エリアが存在する場合、画像処理コンピュータ 50 は次の検査エリアの欠陥の検査を行なう（枠 192）。

【0067】画像処理コンピュータ 50 は全ての検査エリアの検索を完了したと判断すると、輝度量の解析検査の指示を行ない、検査対象の容器 24 の可否の決定を行なう（菱形 200）。検査対象の容器の画像から検出されたデータが許容範囲を示す既設のパラメータの範囲内に収まれば、画像処理コンピュータ 50 はその容器を良品と判断してその容器に対する検査工程を終了し、次の検査工程の開始のため検知器 84 から次の検査対象物の存在を示す信号が入力されるのを待つ（菱形 100）。画像から検出されたデータが、許容範囲を示す既設のパラメータに収まらない場合は画像処理コンピュータ 50 はその容器を欠陥品と判断し、その欠陥品を追跡し、その容器が排除ゾーンに達した時点で排除信号を発生する（枠 202）。排除信号は排除機構 88（図 1）に引き渡され、その欠陥のある容器は製造ラインより取り除かれる。

【0068】

【発明の効果】本発明はマシンビジョン・システムによる検査装置を備え、それはテレビカメラで取得されたガラス容器の底面の画像を処理および検査し、底面に形成されるバップルマークを検出し、保存された画像を用いた欠陥の検査に先立ち、画像中のバップルマークにフィルタをかけ、それにより誤排除信号の発生を避けるものである。画像処理コンピュータはマルチタスク処理に従事できるようプログラム可能で、ユーザ・インターフェースを通してのプログラミングにより、オペレータは一連の特徴的な動作や、希望の作業に応じた独特の作業の作成が可能である。これらのプログラム内容は自動的に画像処理コンピュータの記憶装置に保存される。さらに、本発明による検査装置の感度は特定の用途のために任意に定めることができる。本発明による装置および方法は、従来の装置および方法に比較して、ガラス容器の精密な検査を可能とし、かつ反復性に優れている。さらに、本発明は非円形ガラス容器に対する検査能力も有し、作業内容の変更にも容易に適應できる。画像処理コンピュータ 50 のパラメータやその他の要素は調整可能で、そのため本装置は不特定の装置に適應する能力を有し、また長期にわたる使用においても本発明による装置および方法は高速かつ正確な動作が可能である。本発明による画像処理コンピュータは所望の作業を実行するためマルチプロセッサを用いている。画像の解析処理は画像処理コンピュータに保存されているオペレーティング・プログラムにより制御される。それゆえ、本発明によ

る装置および方法は高速な検査を可能とし、高い柔軟性を保持している。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のマシンビジョン・システムの概略図。

【図 2】本発明に用いられている一様な光源を説明する図 1 のマシンビジョン・システムに組み込まれている画像取得装置の概略図。

【図 4】図 1 の簡単な検査装置のブロック図。

【図 5】本発明の容器の底面の画像の検査方法によるバップルマークの識別と、保存された画像からバップルマークを除去する方法を示す平面図。

【図 6】本発明の容器の底面の画像の検査方法によるバップルマークの識別と、保存された画像からバップルマークを除去する方法を示す平面図。

【図 7】本発明の容器の底面の画像の検査方法を示し、画像の中心を捜し当てる方法を示す平面図。

【図 8】本発明の容器の底面の画像の検査方法のマルチ・サーキュラー・エッジ検出法（multiple circular edge detection method）を用いて画像を処理し、底面における欠陥、または許容できない痕跡を検出する方法を示す平面図。

【図 9】本発明における容器の画像の検査方法のリニア・エッジ検出法（linear edge detection method）を用いて画像を処理し、底面における欠陥、または許容できない痕跡を検出する方法を示す平面図。

【図 10】本発明における容器の画像の検査方法のリニア・エッジ検出法（linear edge detection method）を用いて画像を処理し、底面における欠陥、または許容できない痕跡を検出する方法を示す平面図。

【図 11】ガラス容器の底を示し、バップルマークが存在する状態での本発明の欠陥の検出能力を示す平面図。

【図 12】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 13】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 14】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 15】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 16】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 17】本発明の一つの理想的な実施方法の流れ図。

【図 18】従来のガラス容器の底面の電子光学的な捜査による検査手法の一部を示した概略図。

【符号の説明】

- 20 本発明の装置
- 22 透明容器の底面
- 23 画像
- 24 透明容器
- 25 バップルマーク
- 26 ドーナツ状フィルタ（検査エリア）
- 27 ヒールマーク
- 30 カメラ

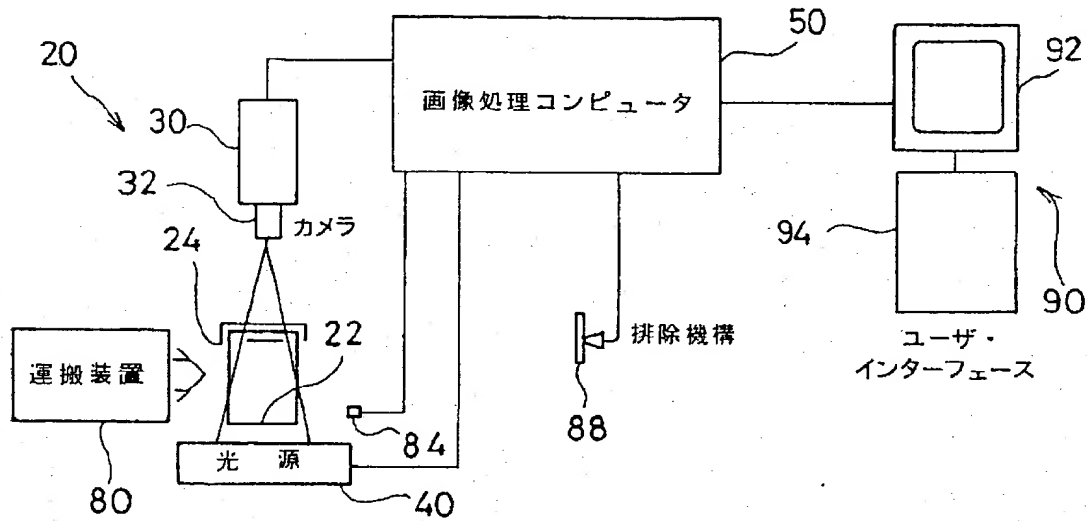
31

32

- 32 レンズ
 40 光源
 42 照明装置
 44 光散乱膜
 46 LED格子
 50 画像処理コンピュータ (画像記憶装置、マイクロ

- プロセッサ)
 52 D/Aコンバータおよびフレーム・バッファ
 54 イメージ・プロセッサ
 56 CPU
 58 マイクロプロセッサ

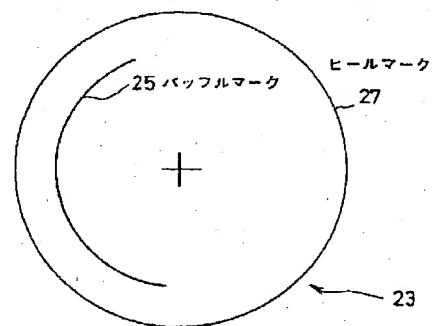
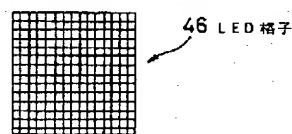
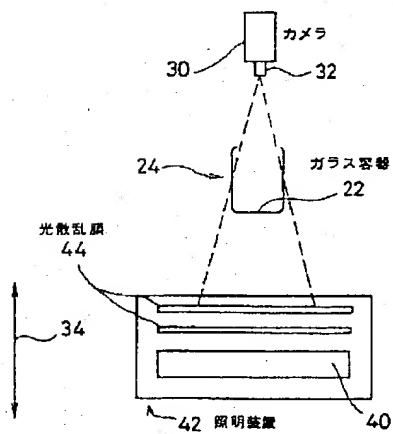
【図1】



【図2】

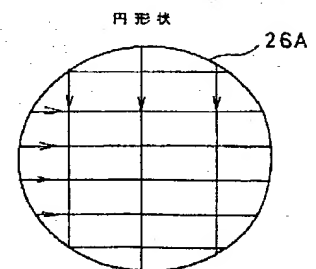
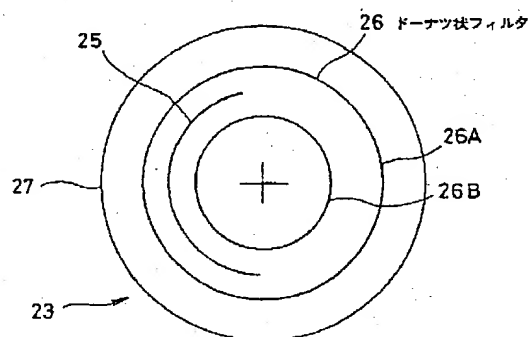
【図3】

【図5】

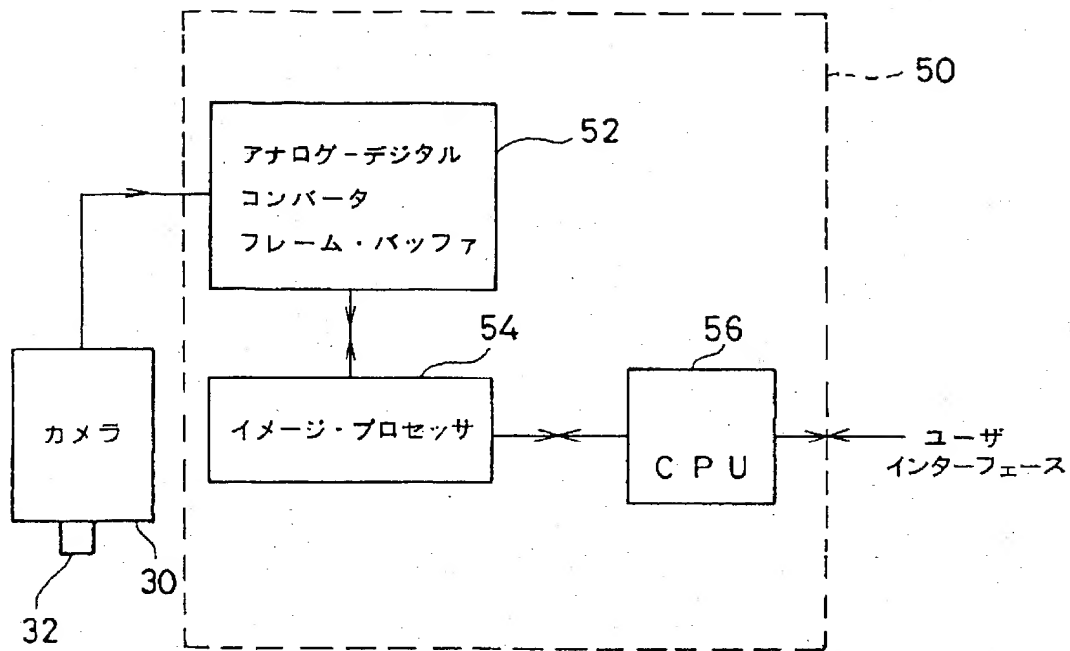


【図6】

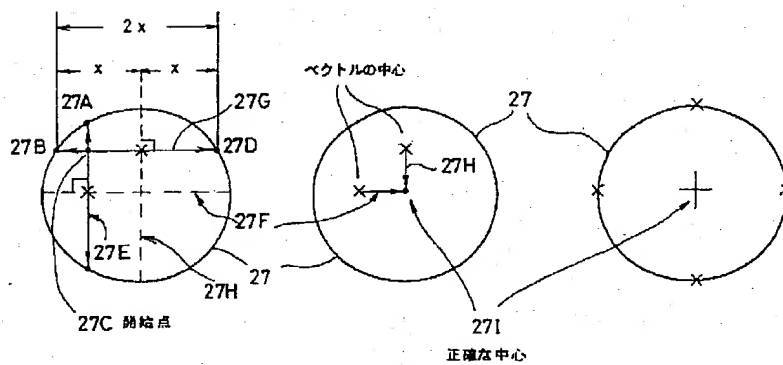
【図9】



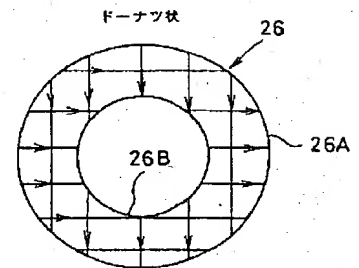
【図4】



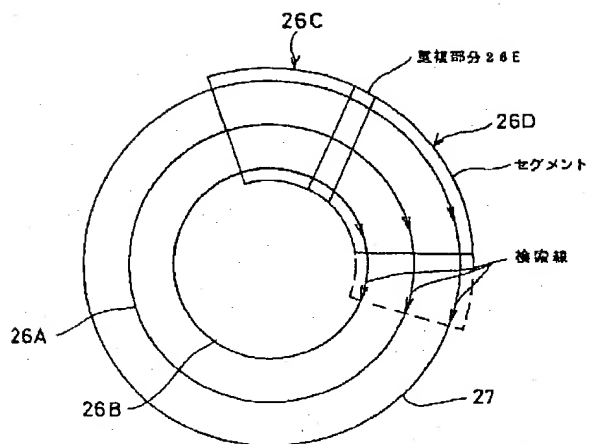
【図7】



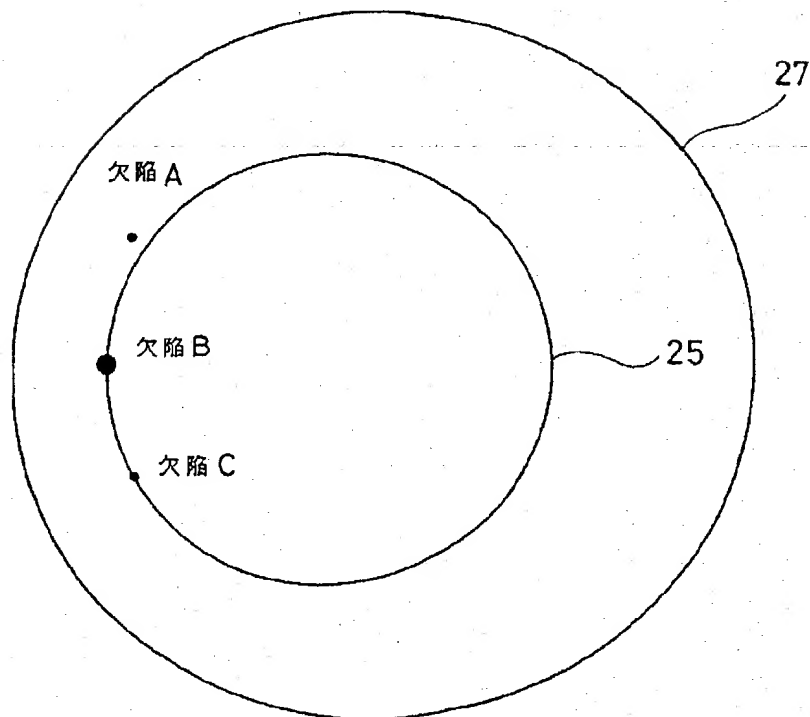
【図10】



【图 8】

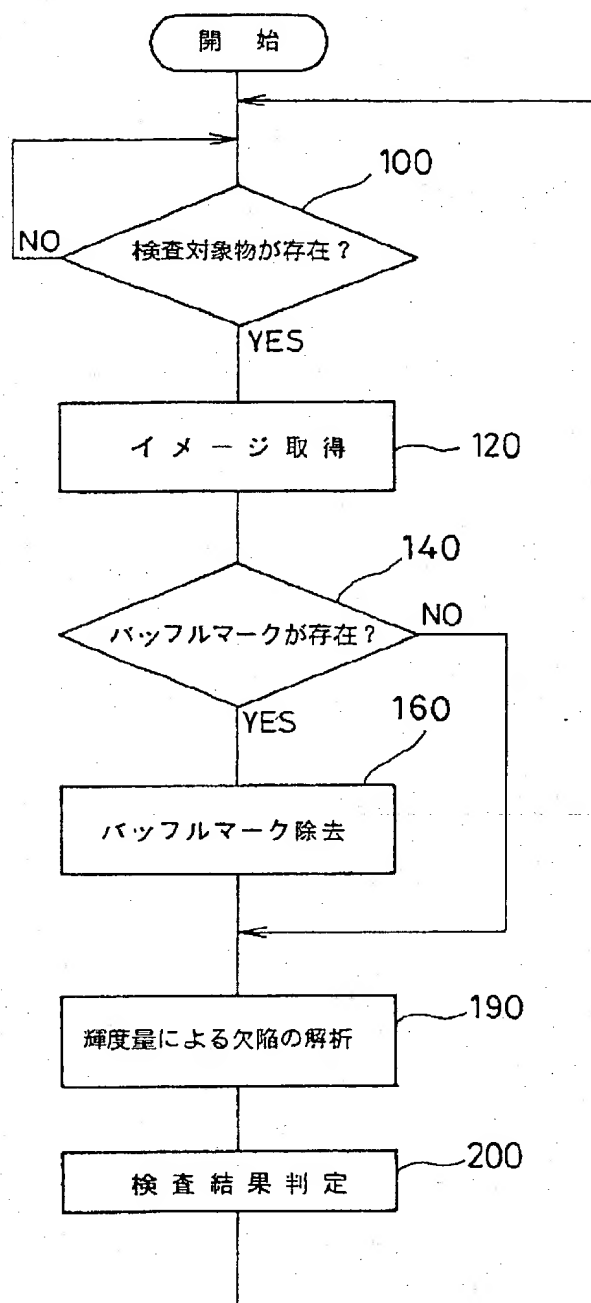


【图 1 1】

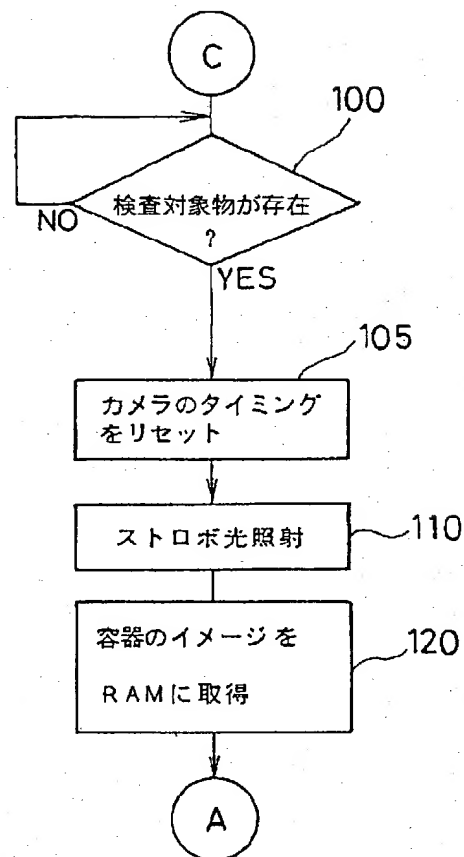


【図12】

主プログラムループ

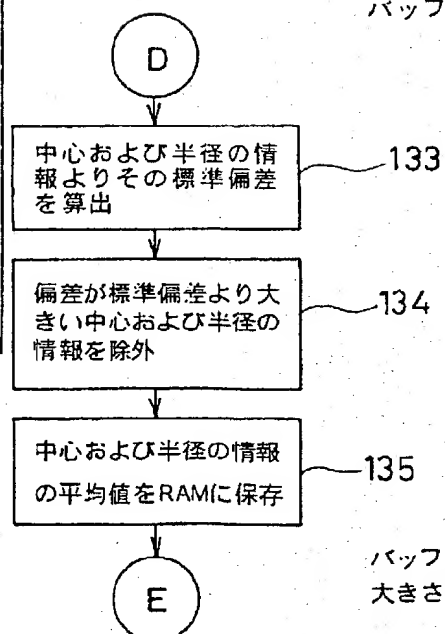


【図13】



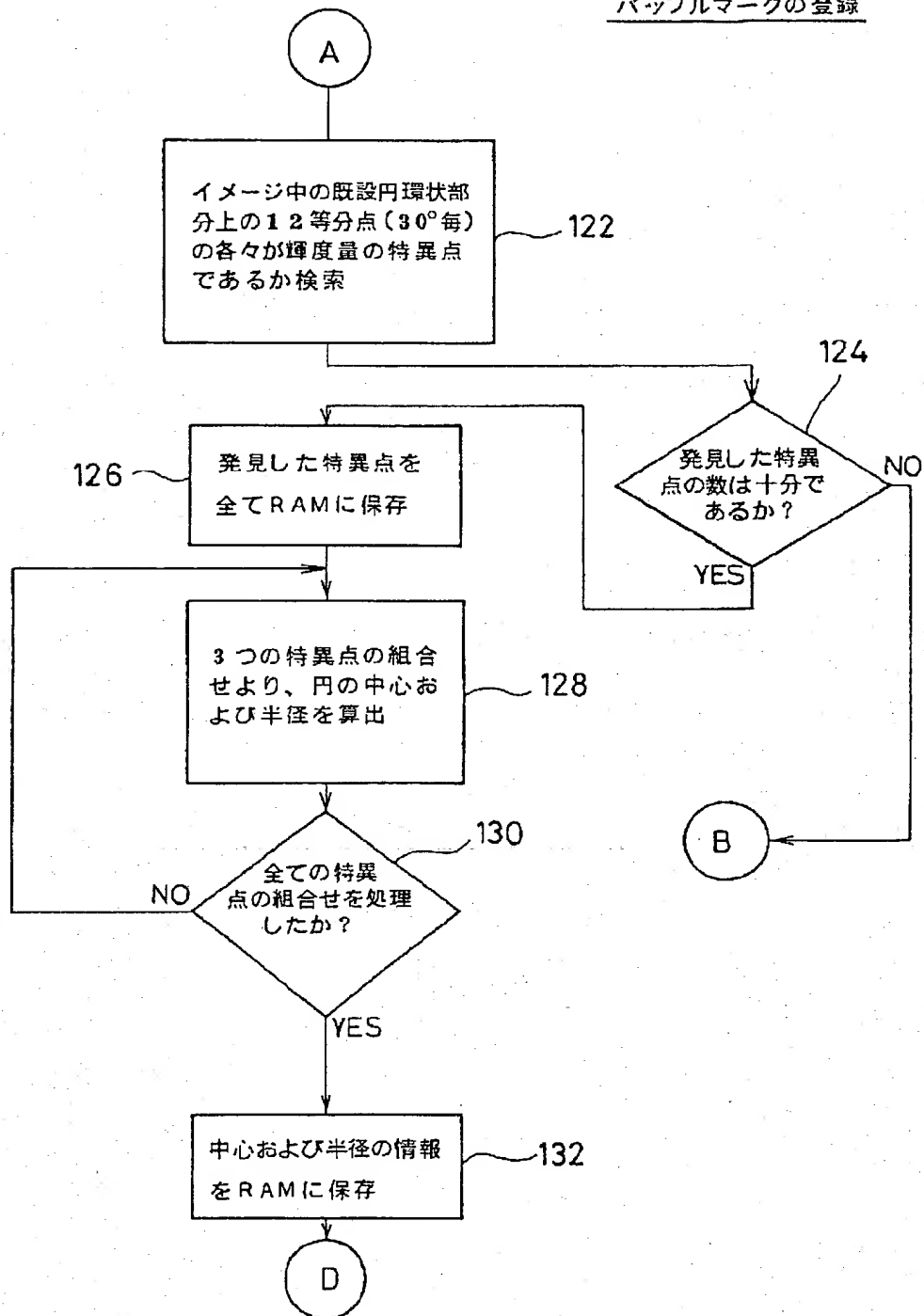
【図15】

バッフルマークの特定



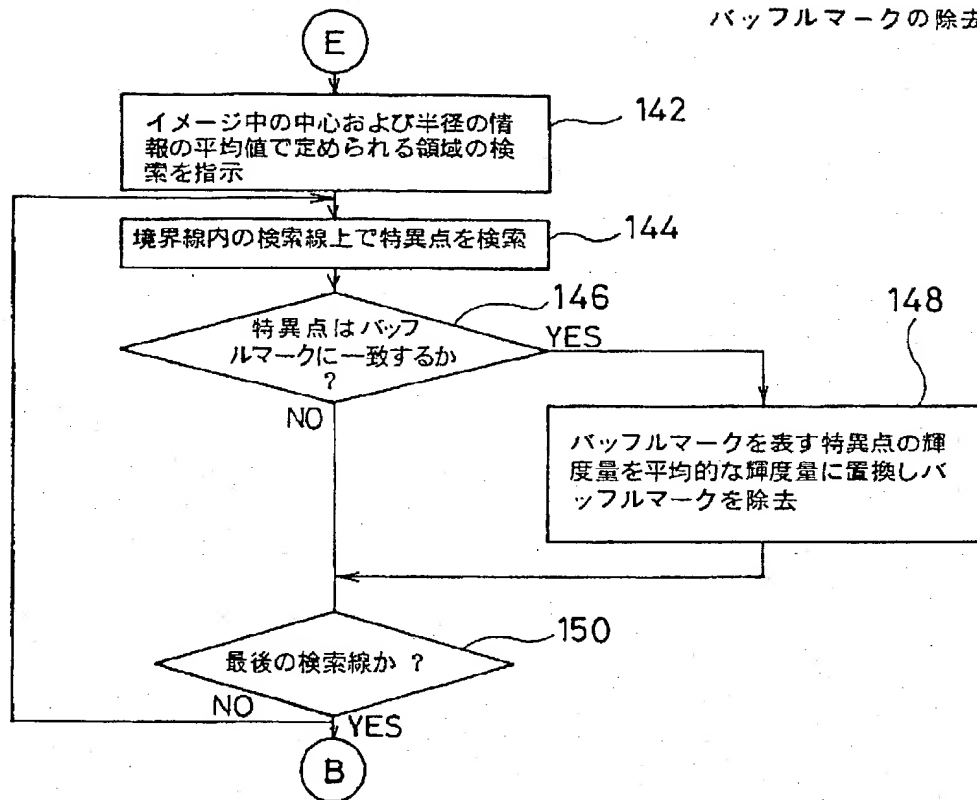
バッフルマークの位置と
大きさの解析完了

【図 1 4】

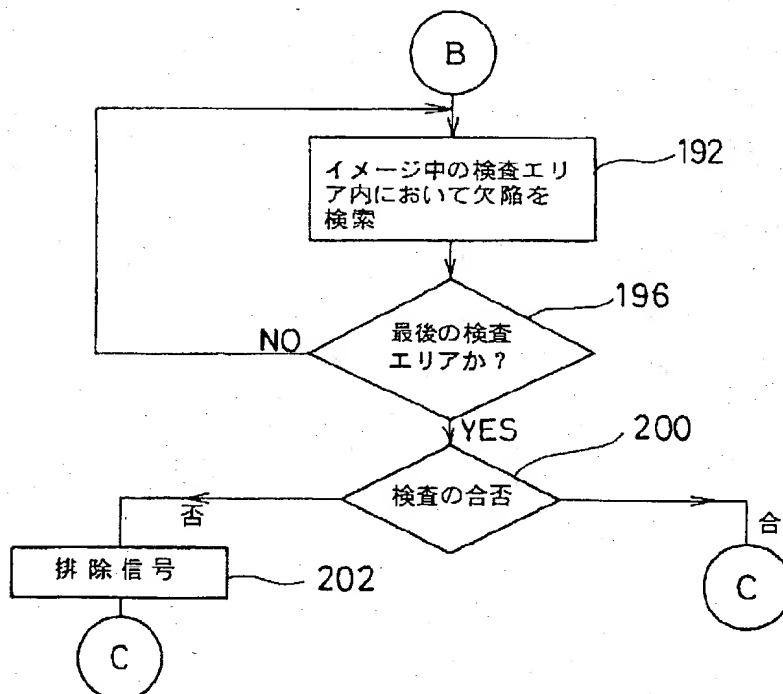
バツフルマークの登録

【図16】

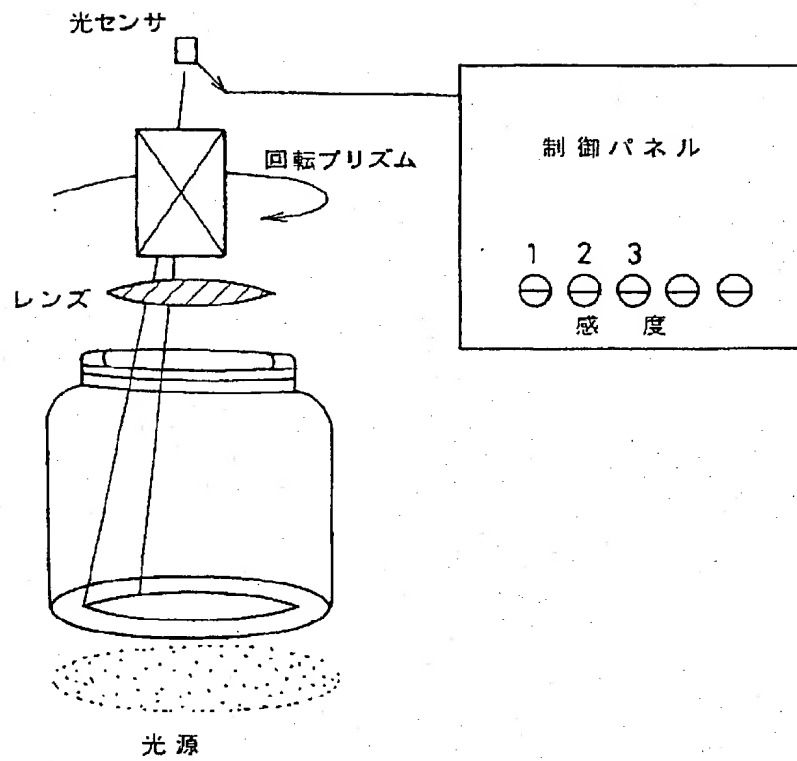
バッフルマークの除去



【図17】



【図18】



【手続補正書】

【提出日】平成4年10月29日

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図3

【補正方法】追加

【補正内容】

【図3】LED格子の説明図。